



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 199 07 163 A 1

51 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
F 28 D 1/00  
F 28 F 9/02  
F 01 N 5/02

21 Aktenzeichen: 199 07 163.2  
22 Anmeldetag: 19. 2. 99  
43 Offenlegungstag: 28. 10. 99

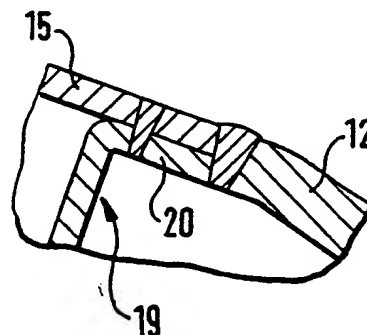
66 Innere Priorität:  
198 18 355. 0 24. 04. 98  
71 Anmelder:  
Behr GmbH & Co, 70469 Stuttgart, DE  
74 Vertreter:  
Patentanwälte Wilhelm & Dauster, 70174 Stuttgart

72 Erfinder:  
Banzhaf, Matthias, 74074 Heilbronn, DE; Bauer,  
Martin, 71640 Ludwigsburg, DE; Beck, Claus, 73734  
Esslingen, DE; Bott, Martin, 75223  
Niefern-Öschelbronn, DE; Brunner, Steffen, 71554  
Weissach, DE; Büche, Frank, 71384 Weinstadt, DE;  
Domke, Guido, 70469 Stuttgart, DE; Esslinger,  
Markus, 70736 Fellbach, DE; Felber, Stefan, 71701  
Schwieberdingen, DE; Grünenwald, Bernd, Dr.,  
72622 Nürtingen, DE; Hiller, Bert, 74382  
Neckarwestheim, DE; Knödler, Wolfgang, 71332  
Waiblingen, DE; Lutz, Rainer, 73266 Bissingen, DE;  
Schemel, Joachim, 73061 Ebersbach, DE; Schmitz,  
Albert, 75397 Simmozheim, DE; Schwartz, Peter,  
71282 Hemmingen, DE; Tränkle, Rainer, 73760  
Ostfildern, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Wärmetauscher, insbesondere Abgaswärmetauscher

57 Bei einem insbesondere als Abgaswärmetauscher einzusetzenden Wärmetauscher wird vorgesehen, daß Rohrböden (19), die Rohre eines Rohrbündels (13) und das Gehäuse (15, 16) aus Edelstahlblechen geformt sind, und daß die Rohrböden (19) als tiefgezogene und gestanzte Teile geformt sind, die jeweils eine umlaufende, die Enden der Rohre des Rohrbündels (13) nach außen überragende Wand aufweisen, die mit dem Gehäuse (15, 16) verschweißt ist und an die jeweils ein Diffusor (12, 14) anschließt.



DE 199 07 163 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher, insbesondere einen Abgaswärmetauscher, mit an beiden Enden in Rohrböden gehaltenen Rohren zur Führung eines gasförmigen Mediums und mit einem an die Rohrböden anschließenden und die Rohre umschließenden Gehäuse zum Führen eines flüssigen Kühlmediums, wobei die Rohrböden, die Rohre und das Gehäuse aus hitzebeständigen austenitischen Stahlblechen geformt sind, die Rohre in die Rohrböden eingeschweißt sind und das Gehäuse mit den Rohrböden verschweißt ist.

Ein Wärmetauscher der eingangs genannten Art ist aus der DE 195 40 683 A1 bekannt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Wärmetauscher der eingangs genannten Art so zu gestalten, daß er kostengünstig und schweißtechnisch vorteilhaft hergestellt werden kann.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die Rohrböden als tiefgezogene und gestanzte Teile geformt sind, die jeweils eine umlaufende, die Enden der Rohre nach außen überragende Wand aufweisen, die mit dem Gehäuse verschweißt ist und an die jeweils ein Diffusor anschließt.

Die erfindungsgemäße Gestaltung des Wärmetauschers ermöglicht ein Verschweißen, bei welchem insbesondere beim Verschweißen der Teile des Gehäuses mit den Rohrböden möglichst wenig Wärme in die Rohrböden eingeleitet wird, so daß dabei eine Wärmeverformung der Rohrböden weitgehend verhindert wird.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird vorgesehen, daß das Gehäuse und die Rohrböden im Bereich der umlaufenden Wände nach dem Herstellen der Schweißverbindungen abgelängt sind. Auf diese Weise läßt sich ein Wärmetauscher schaffen, der mit hoher Genauigkeit die geforderten Einbautoleranzen einhält, die insbesondere bei Kraftfahrzeugen gefordert werden.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird vorgesehen, daß das Gehäuse und die Rohrböden mittels einer umlaufenden Hilfsnaht und mittels einer näher zu den Rohrenden angebrachten Dichtnaht miteinander verschweißt sind, und daß das Gehäuse und die Rohrböden im Bereich der Hilfsnaht abgelängt sind. Das Gehäuse und die Rohrböden bilden somit einen dicht geschlossenen Rand. Da die eigentliche Dichtnaht relativ nahe an dem die Rohrenden aufnehmenden Bereich des Rohrbodens gelegt werden kann, wird weitgehend ausgeschlossen, daß in dem Bereich zwischen Rohrboden und Gehäuse eine Spaltkorrosion auftritt.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung wird weiter vorgesehen, daß an den umlaufenden, abgelängten Rand jeweils ein Diffusor stumpf angeschweißt ist. Dadurch wird eine vorteilhafte Schweißverbindung zwischen dem Diffusor und dem Rand geschaffen, bei welcher zum Teil auch noch Längentoleranzen ausgeglichen werden können.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird vorgesehen, daß das Gehäuse jeweils anschließend an die Rohrböden einen größeren Querschnitt aufweist als in dem dazwischenliegenden Bereich, in welchem es die Rohre mit geringem Abstand umhüllt. Im Bereich der größeren Querschnitte wird somit jeweils eine Art Wasserkasten geschaffen, in welchem sich das flüssige Kühlmedium über den gesamten Querschnitt des Wärmetauschers verteilt.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird vorgesehen, daß die Rohre mit nach außen ragenden, noppenartigen Vorsprüngen versehen sind, mittels welchen sie untereinander und an der Innenwand des Gehäuses abgestützt sind. Damit wird eine erhöhte Stabilität des gesamten Wärmetauschers erhalten, wobei gleichzeitig das Entstehen von Geräuschen aufgrund von eingeleiteten Schwingungen oder

Vibrationen weitgehend ausgeschlossen wird.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird vorgesehen, daß das Gehäuse, das aus wenigstens zwei Blechformteilen zusammengesetzt ist, mittels parallel zu den Rohren verlaufenden Schweißnähten verschweißt ist. Auch beim Anbringen dieser Schweißnähte werden nur geringe Wärmemengen in die Rohre oder Rohrböden eingeleitet. Vorteilhaft wird dabei vorgesehen, daß die Schweißnähte im Bereich des größeren Gehäusequerschnittes als I-Naht ausgeführt sind. Damit ergibt sich in diesem Bereich eine weitgehend glatte Außenkontur des Wärmetauschers. Zweckmäßig wird weiter vorgesehen, daß die Schweißnähte im Bereich des geringeren Gehäusequerschnittes als Bördelnaht ausgeführt sind. Dadurch ist es möglich, die Schweißnaht insgesamt auf einem Niveau durchlaufen zu lassen. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Gehäuseteile elastisch vorgespannt verschweißt sind. Die elastische Vorspannung, die zum einen ein dichtes Anlegen der zu verschweißenden Ränder der Blechteile herbeiführt, sorgt ferner dazu, daß die Gehäuseteile nach dem Schweißen im Bereich des geringeren Gehäusequerschnittes sich unter Vorspannung gegen die Noppen der äußeren Rohre des Rohrbündels anlegen, so daß die Gefahr einer Geräuschbildung aufgrund von Vibrationen weiter vermindert ist.

Diese elastische Vorspannung besteht im wesentlichen im Bereich der Bördelnähte.

Bei einer anderen Ausgestaltung der Erfindung wird vorgesehen, daß das Gehäuse aus einem Rohrstück gebildet ist, dessen beide Endbereiche aufgeweitet sind. Damit wird ein einteiliger Gehäusemantel geschaffen, der bei der Montage gut zu handhaben ist.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird vorgesehen, daß die Rohre mittels Laserstrahlschweißen oder Elektronenstrahlschweißen in die Rohrböden eingeschweißt sind. Um dieses Schweißen exakt durchführen zu können, wird weiter vorgesehen, daß die Rohrböden mit an vorbestimmten Stellen angebrachten Positionierhilfen versehen sind. Dadurch ist es möglich, die Rohrböden mit den Rohren während des Schweißens exakt auszurichten.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird vorgesehen, daß die Rohre mit einem vorgegebenen Überstand in die Rohrböden eingesteckt sind, und daß die Schweißnähte unmittelbar neben den Rohraußenwänden mittels schräg einfallendem Laser- oder Elektronenstrahl angebracht sind. Diese Maßnahme ist insbesondere bei größeren Wärmetauschern von Vorteil, d. h. bei Wärmetauschern mit einem Rohrbündel aus einer Vielzahl von Rohren. Bei einer großen Anzahl von Rohren läßt es sich kaum ausschließen, daß bei dem Einstecken der Rohre in die Aussparung der Rohrböden letztere etwas deformiert werden. Dieser Deformation kann durch das Schweißen mit schräg einfallendem Strahl begegnet werden, so daß die Gefahr einer unvollkommenen oder undichten Schweißung weitgehend vermieden wird.

In weiterer Ausgestaltung wird vorgesehen, daß das Gehäuse in einem Bereich mit dem größeren Querschnitt mit einem Anschlußrohr für eine Kühlmittelzufuhr und in dem anderen Bereich mit größerem Querschnitt mit einem Anschlußrohr für eine Kühlmittelabfuhr versehen ist, wobei das Gehäuse mit nach außen gerichteten Durchzügen versehen ist, an die die Anschlußrohre angeschweißt sind. Auch hierdurch ergibt sich eine kostengünstige und schweißtechnisch vorteilhafte Lösung für das Anbringen der Anschlüsse für das Kühlmittel.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen.

Fig. 1 zeigt eine perspektivische Ansicht eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers.

Fig. 2 einen Teilschnitt durch das Gehäuse des Wärmetauschers entlang der Linie II-II.

Fig. 3 einen Teilschnitt durch das Gehäuse des Wärmetauschers entlang der Linie III-III der Fig. 1.

Fig. 4 eine perspektivische Teilansicht auf den Endbereich eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers vor Abschluß seiner Herstellung.

Fig. 5 einen Teilschnitt entlang der Linie V-V der Fig. 4.

Fig. 6 einen Teilschnitt entlang der Linie VI-VI der Fig. 1.

Fig. 7 einen Teilschnitt im Bereich der Verbindung zwischen Rohren und Rohrboden eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers.

Fig. 8 einen Teilschnitt ähnlich Fig. 7 mit einem planmäßigen Überstand der Rohre über den zugehörigen Rohrboden.

Fig. 9 einen Schnitt entlang der Linie IX-IX der Fig. 1.

Fig. 10 einen Teilschnitt ähnlich Fig. 9 einer abgewandelten Ausführungsform.

Fig. 11 eine Ansicht eines aus einem einteiligen Rohrstück gebildeten Gehäusemantels und

Fig. 12 eine Ansicht des Gehäusemantels in axialer Richtung.

Die Teilschnitte sind jeweils in größerem Maßstab dargestellt.

Der in Fig. 1 dargestellte Wärmetauscher 11 wird insbesondere als Abgaswärmetauscher eingesetzt, in welchem Abgas gekühlt wird. Das Abgas strömt durch einen Diffusor 12 ein und wird im Innern des Wärmetauschers 11 mittels eines Rohrbündels 13 aus Rechteckrohren zu einem Diffusor 14 geführt, aus dem es abströmt. Im Bereich zwischen den Diffusoren 12, 14 ist das Rohrbündel 13 mit einem aus zwei Teilen 15, 16 zusammengesetzten Gehäuse umgeben, in welchem ein flüssiges Kühlmittel geführt wird, das die Rohre des Rohrbündels 13 umströmt. Das Kühlmittel wird an einem Kühlmittelzulaufanschluß 17 zugeführt und an einem Kühlmittelablaufanschluß 18 abgeführt, die im wesentlichen diametral angeordnet sind. Das Kühlmittel strömt in Gleichstrom zu dem zu kühlenden Abgas.

Das Rohrbündel 13 besteht aus Rechteckrohren, wie sie beispielsweise aus der DE 195 40 683 A1 bekannt sind. Die Rechteckrohre besitzen von gegenüberliegenden Innenwänden abragende, V-förmige Laschenpaare, die abwechselnd an gegenüberliegenden Wandungen vorgesehen sind. Die Rechteckrohre sind ferner auf ihrer Außenseite mit noppenartigen Vorsprüngen versehen, an denen sie sich untereinander und gegenüber dem Gehäuse 15, 16 abstützen. Die Enden der Rechteckrohre des Rohrbündels 13 sind in Rohrböden 19 dicht eingeschweißt.

Als Rohrböden 19 dienen topfartige, tiefgezogene Blechformteile, deren Boden mit einer gestanzten Lochung zur Aufnahme der Rohre des Rohrbündels 13 versehen ist. Ferner bilden die Rohrböden 19 eine umlaufende Wandung 20, die in Richtung zu den Diffusoren 12, 14 über die Enden der Rohre des Rohrbündels 13 übersteht. Wie im Nachstehenden noch näher erläutert wird, sind die das Gehäuse bildenden Blechformteile 15, 16 mit dieser Wandung 20 der Rohrböden 19 verschweißt.

Das Gehäuse ist aus zwei Blechformteilen 15, 16 zusammengesetzt. Es besitzt jeweils an die Diffusoren 12, 14 anschließende Bereiche 21, 22 mit größerem Querschnitt, die jeweils einen ringkanalartigen Wasserverteilkasten bilden, in dessen Bereich einerseits der Zulaufanschluß 17 und andererseits der Ablaufanschluß 18 angeordnet sind. Der mittlere Bereich des Gehäuses zwischen den beiden äußeren Bereichen 21 und 22 hat einen geringeren Querschnitt. In diesem Bereich hält das Gehäuse einen Abstand zu den Rohren des Rohrbündels 13 ein, der durch die noppenartigen Vor-

sprünge der Rohre bestimmt wird. Die Blechformteile 15, 16 sind mittels in Längsrichtung verlaufenden Schweißnähten 23 verbunden. Jede Schweißnaht 23 ist in den Bereichen 21, 22 mit größerem Querschnitt als eine I-Naht (Fig. 3) und in dem dazwischenliegenden Bereich mit geringerem Querschnitt als eine Bördelnaht (Fig. 2) ausgebildet. Dadurch wird erreicht, daß jede Schweißnaht 23 auf einem gleichbleibenden Höhenniveau verläuft und somit in einfacher Weise in einem Zug gelegt werden kann. Während des Schweißens der Schweißnähte 23 werden die beiden Blechformteile 15 gegeneinander gepreßt, so daß die Blechformteile im Bereich der I-Naht und auch im Bereich der Bördelnaht dicht aneinander liegen. Dabei werden die Blechformteile 15, 16 im Bereich der Bördelnaht etwas elastisch verformt, so daß das Gehäuse in dem mittleren, einen geringeren Querschnitt aufweisenden Bereich nach dem Schweißen mit einer elastischen Vorspannung an den noppenartigen Vorsprüngen der Rohre des Rohrbündels 13 anliegt.

Vor dem Schweißen der Längsnähte 23 werden die Blechformteile 15, 16 an die Wandungen 20 der Rohrböden 19 angelegt (Fig. 4 und 5) die mit dem Rohrbündel 13 versehen sind. Das Schweißen der Längsnähte 23 erfolgt auch im Bereich der Wandung 20 der Rohrböden 19, so daß mit dem Anbringen der Schweißnähte 23 die Rohrböden 19 mit dem aus den beiden Blechformteilen 15, 16 gebildeten Gehäuse verheftet werden. Anschließend wird das aus den zwei Blechformteilen 15, 16 gebildete Gehäuse mit den Rohrböden 19 im Bereich der Wandungen 20 verschweißt. Hierbei wird zunächst eine Hilfsnaht 24 in größerem Abstand zu dem Boden der Rohrböden 19 angebracht. Anschließend wird eine Dichtnaht 25 geschweißt, die näher an den Böden der Rohrböden 19 liegt und vorzugsweise unmittelbar vor dem Übergang zwischen der Wandung 20 und dem Boden der Rohrböden 19.

Das Verschweißen der Rechteckrohre des Rohrbündels 13 mit den Rohrböden 19 erfolgt vor oder auch nach dem Anbringen und Schweißen des Gehäuses. Die Rohrböden 19 werden auf die Enden der Rechteckrohre des Rohrbündels 13 aufgesteckt. Danach werden die Enden der Rechteckrohre unter plastischer Deformation etwas aufgeweitet, so daß nur ein kleiner Spalt zwischen den gestanzten Aussparungen der Rohrböden 19 und den Rechteckrohren vorhanden ist, der ein dichtes Laserstrahlschweißen oder Elektronenstrahlschweißen erlaubt. Mittels des Aufweitens wird eine Fügeverbindung zwischen dem Rohrbündel 13 und den Rohrböden 19 geschaffen, die es erlaubt, das Gehäuse aus den Blechformteilen 15, 16 anzubringen und zu schweißen, ohne daß die Rohrböden 19 mit dem Rohrbündel 13 schon verschweißt sind.

In Fig. 11 und 12 ist ein Gehäusemantel 32 dargestellt, aus dem in entsprechender Weise ein Wärmetauscher 11 hergestellt werden kann. Der Gehäusemantel 32 besteht aus einem Rohrstück eines geschweißten Rechteckrohres. Die beiden Endbereiche 33, 34 sind aufgeweitet, um ringkanalartige Wasserverteilkästen zu bilden. In diesen aufgeweiteten Bereichen sind Anschlüsse für die Wasserzuführung und Wasserabführung vorgesehen, beispielsweise einfache Stanzlöcher 35, 36 oder nach außen gerichtete Durchzüge 28. Wenn ein besonders langer Rohrmantel 32 vorgesehen wird, so ist es zweckmäßig, diesen mittels nach außen ausgeformten Quersicken 37 zu versteifen, wie dies in Fig. 11 gezeigt ist.

Bei dieser Bauart wird ein Rohrbündel 13 aus Rechteckrohren in den Gehäusemantel 32 eingefügt. Danach werden Rohrböden 19 eingesetzt, die in die aufgeweiteten Endbereiche 33, 34 vorzugsweise mit leichtem Preßsitz eingepreßt werden. Dadurch wird vor dem Schweißen schon eine Fügeverbindung erhalten, die eine gute Handhabung des soweit

montierten Gegenstandes gestattet. Danach erfolgt das Verschweißen der Rohrböden 19 mit dem Gehäusemantel 32 in den Endbereichen 33, 34 mit Hilfe einer Hilfsnaht 24 und einer Dichtnaht 25. Ebenso werden die Rechteckrohre des Rohrbündels 13 mit den Rohrböden 19 verschweißt. Dabei kann wahlweise vorgesehen werden, daß das Verschweißen der Rohrböden 19 mit den Rechteckrohren vor oder nach dem Verschweißen der Rohrböden 19 mit dem Gehäusemantel 32 durchgeführt wird.

Die Rohre des Rohrbündels 13 haben eine relativ geringe Wandstärke, d. h. eine Wandstärke in der Größenordnung von 0,2 mm bis 0,6 mm. Es ist daher erforderlich, daß die um die Rohre des Rohrbündels 13 gelegten Schweißnähte sehr präzise angebracht werden. Hierzu ist es notwendig, daß die Rohrböden 19 mit dem Rohrbündel 13 sehr präzise zu einer Schweißvorrichtung positioniert werden. Um dieses Positionieren zu erleichtern, können in nicht näher dargestellter Weise die Rohrböden 19 mit Positionierhilfen versehen sein.

Wie schon erwähnt wurde, erfolgt das Einschweißen der Rohre des Rohrbündels 13 in die Rohrböden 19 bevorzugt als Laserstrahlschweißen oder auch als Elektronenstrahlschweißen. Wenn in konventioneller Weise das Einschweißen so ausgeführt wird, daß der Laserstrahl oder Elektronenstrahl, der in Fig. 7 mit einem Pfeil 26 angedeutet ist, parallel zu den Rohrachsen ausgerichtet ist, so ist darauf zu achten, daß bei der Montage der Rohrböden 19 aufgrund von Verformungen des Rohrbodens keine Lagedifferenzen auftreten. Bei Wärmetauschern mit einem Rohrbündel 13 aus einer großen Anzahl von Rohren werden sich häufig Durchbiegungen und damit Positionsverlagerungen in größeren Dimensionen als 0,1 mm nicht vermeiden lassen. In diesem Fall ist es zweckmäßig, planmäßig bei dem Aufstecken der Rohrböden 19 auf die Rohrenden des Rohrbündels 13 einen Überstand zu erzeugen, wie dies in Fig. 8 dargestellt ist. In diesem Fall erfolgt dann das Einschweißen mittels eines schräg gerichteten Laserstrahls oder Elektronenstrahls, der mit dem Pfeil 27 angedeutet ist. Der Strahl ist um einen Winkel zwischen 5° und 10° zu den Rohrachsen geneigt und auf den Rohrboden in unmittelbarer Nachbarschaft der Rohraußenwandungen gerichtet. Bei dem Einschweißen der Rohre des Rohrbündels 13 in die Rohrböden 19 können die Schweißnähte entsprechend der Rohrkontur gelegt werden, d. h. als sogenannte Fensterschweißung, oder entlang der Gitterkontur der Aussparungen des Rohrbodens als sogenannte Gitterschweißung. Gegebenenfalls ist es sinnvoll, im Bereich der Stege zwischen gegenüberliegenden Ecken der Rechteckrohre eine Ringschweißung als zusätzliche Dichtschweißung vorzusehen oder gegebenenfalls auf die Stege der Rohrböden 19 zwischen den Rohren noch eine Schweißnaht als Decklage aufzubringen.

Nachdem der Grundkörper des Wärmetauschers 11 fertiggestellt ist, d. h. nachdem das Gehäuse aus den Blechformteilen 15, 16 angebracht und angeschweißt worden ist und nachdem auch das Rohrbündel 13 in die Rohrböden 19 eingeschweißt ist, oder nachdem der Grundkörper in der erläuterten Weise mit Hilfe des einteiligen Gehäusemantels 32 nach Fig. 11 und 12 hergestellt worden ist, wird dieser Grundkörper des Wärmetauschers 11 auf ein vorgegebenes Maß abgelängt, wie dies in Fig. 4 und 5 dargestellt ist. Dieses Ablängen erfolgt bevorzugt im Bereich der Hilfsnaht 24 mittels eines Laserschneiders. Aufgrund des Ablängens im Bereich der Hilfsnähte 24 verbleibt ein dicht geschlossener Rand aus den Stirmerden der Blechformteile 15, 16 und der Wandung 20 der Rohrböden 19. An diesem Rand werden die Diffusoren 12 und 14 angesetzt. Bevorzugt werden dabei die Diffusoren 12, 14 stumpf angeschweißt, wie dies in Fig. 6 dargestellt ist. Es ist jedoch auch möglich, die Diffusoren in

den umlaufenden Rand einzustecken oder außen auf den umlaufenden Rand aufzusetzen und dann innen mit der Wand 20 der Rohrböden 19 oder außen mit den Blechformteilen 15, 16 zu verschweißen. Die Diffusoren 12, 14 können als Gußteile, Tiefziehteile oder auch als Schweißteile hergestellt werden. Bei der Anbringung werden sie so angesetzt, daß die bei ihrer Herstellung entstandenen Toleranzen so weit ausgeglichen werden, daß die geforderten Einbaumaße für den gesamten Wärmetauscher 11 eingehalten werden.

Zum Bilden der Kühlmittelanschlüsse 17, 18 sind die Blechformteile 15, 16 mit nach außen gerichteten Durchzügen 28 versehen. An diese Durchzüge 28 ist bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 9 ein Anschlußrohr stumpf angeschweißt. Dieses Schweißen kann beispielsweise mittels einer WIG-Schweißung mit einer Orbitalschweißzange durchgeführt werden. Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 10 ist das Anschlußrohr 30 mit einer umlaufenden Sicke 31 versehen und in den Durchzug 28 eingesteckt. Im Fügebereich erfolgt ein Verschweißen. Dieses Verschweißen kann beispielsweise als WIG-Schweißung mit einem Roboter durchgeführt werden.

Für die Rohre des Rohrbündels 13 und die Rohrböden 19 wird ein hitzebeständiger austenitischer Stahl ausgewählt, der speziell gegen in einem Abgas enthaltene Schwefelsäure weitgehend korrosionsbeständig ist. Für die Blechformteile 15, 16 des Gehäuses wird ebenfalls ein hitzebeständiger austenitischer Stahl vorgesehen. Die Rohre des Rohrbündels 13 haben eine relativ geringe Wandstärke, beispielsweise in der Größenordnung von 0,2 mm bis 0,6 mm, da in ihrem Bereich die Wärmeübertragung zwischen dem Abgas und dem flüssigen Kühlmittel erfolgt. Die Rohrböden 19 und die Blechformteile 15, 16 oder der Gehäusemantel 32 können dagegen eine deutlich größere Wandstärke aufweisen, beispielsweise in der Größenordnung von 1 mm. Das Verschweißen der Blechformteile 15, 16 miteinander und mit den Rohrböden 19 und das Anschweißen der Diffusoren 12, 14 kann ebenfalls als Laserstrahlschweißen durchgeführt werden. Es sind aber auch andere Schweißverfahren einsetzbar, z. B. Elektronenstrahlschweißen, MIG-Schweißen, WIG-Schweißen oder auch Plasmaschweißen.

#### Patentansprüche

1. Wärmetauscher, insbesondere Abgaswärmetauscher, mit an beiden Enden in Rohrböden gehaltenen Rohren zur Führung eines gasförmigen Mediums und mit einem an die Rohrböden anschließenden und die Rohre umschließenden Gehäuse zum Führen eines flüssigen Kühlmittels, wobei die Rohrböden, die Rohre und das Gehäuse aus hitzebeständigen, austenitischen Stahlblechen geformt sind, die Rohre in die Rohrböden eingeschweißt sind und das Gehäuse mit den Rohrböden verschweißt ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Rohrböden (19) als tiefgezogene und gestanzte Teile geformt sind, die jeweils eine umlaufende, die Enden der Rohre des Rohrbündels (13) nach außen überragende Wand (20) aufweisen, die mit dem Gehäuse (15, 16; 32) verschweißt ist und an die jeweils ein Diffusor (12, 14) anschließt.
2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (15, 16; 32) und die Rohrböden (19) im Bereich der umlaufenden Wände (20) nach dem Herstellen der Schweißverbindungen abgelängt sind.
3. Wärmetauscher nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (15, 16; 32) und die Rohrböden (19) mittels einer umlaufenden Hilfsnaht (24) und mittels einer näher an den Rohrenden angebrachten

Dichtnaht (25) miteinander verschweißt sind, und daß das Gehäuse und die Rohrböden (19) im Bereich der Hilfsnaht (24) abgelängt sind.

4. Wärmetauscher nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß an dem umlaufenden, abgelängten Rand jeweils ein Diffusor (12, 14) stumpf angeschweißt ist. 5

5. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (15, 16; 32) jeweils anschließend an die Rohrböden (19) einen Bereich (21, 22; 33, 34) mit einem Querschnitt aufweist, der größer als der Querschnitt in dem dazwischenliegenden Bereich ist, in welchem das Gehäuse die Rohre des Rohrbündels (13) mit geringem Abstand umhüllt. 10

6. Wärmetauscher nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohre des Rohrbündels (13) mit nach außen ragenden, noppenartigen Vorsprüngen versehen sind, mittels welchen sie untereinander und an der Innenwand des Gehäuses (15, 16; 32) abgestützt sind. 15

7. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse, das aus wenigstens zwei Blechformteilen (15, 16) zusammengesetzt ist, mittels parallel zu den Rohren des Rohrbündels (13) verlaufenden Schweißnähten (23) verschweißt ist. 20

8. Wärmetauscher nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Schweißnähte in den Bereichen (21, 22) mit größerem Querschnitt als I-Naht ausgeführt sind. 25

9. Wärmetauscher nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Schweißnähte (23) im Bereich des geringeren Gehäusequerschnittes als Bördelnaht ausgeführt sind. 30

10. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Gehäuseteile (15, 16) elastisch vorgespannt verschweißt sind. 35

11. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (32) einen Gehäusemantel aus einem Rohrstück aufweist, dessen beide Endbereiche (33, 34) aufgeweitet sind. 40

12. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohre des Rohrbündels (13) mittels Laserstrahlschweißen oder Elektronenstrahlschweißen in die Rohrböden (19) eingeschweißt sind. 45

13. Wärmetauscher nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohrböden (19) mit an vorbestimmten Stellen angebrachten Positionierhilfen versehen sind. 50

14. Wärmetauscher nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohre des Rohrbündels (13) mit einem vorgegebenen Überstand in die Rohrböden (19) eingesteckt sind, und daß die Schweißnähte (23) unmittelbar neben den Rohraußenwänden mittels schräg einfallendem Laserstrahl oder Elektronenstrahl (27) angebracht sind. 55

15. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (15, 16; 32) in einem Bereich (21, 33) mit größerem Querschnitt mit einem Anschlußrohr (29, 30) für eine Kühlmittelzufuhr (17) und in dem anderen Bereich (22, 34) mit größerem Querschnitt mit einem Anschlußrohr (29, 30) für eine Kühlmittelabfuhr (18) versehen ist. 60

16. Wärmetauscher nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (15, 16; 32) mit nach außen gerichteten Durchzügen (28) versehen ist, an die 65

Anschlußrohre (29, 30) angeschweißt sind.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

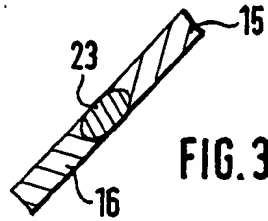


FIG. 3

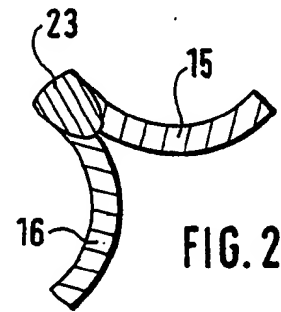


FIG. 2

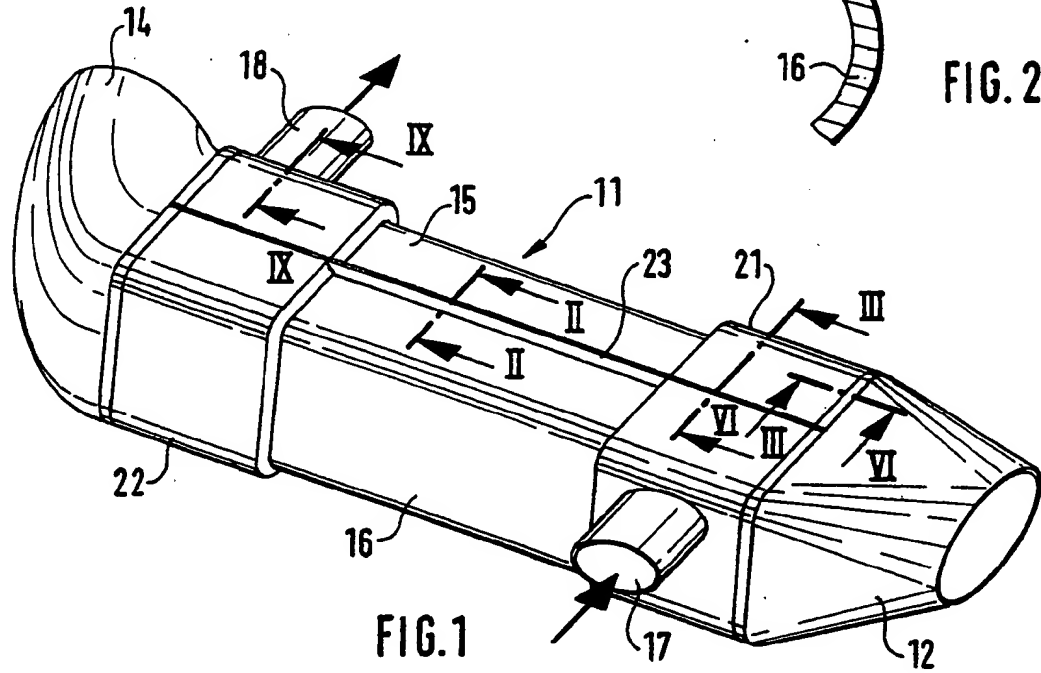


FIG. 1

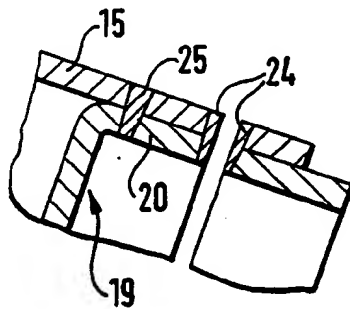


FIG. 5

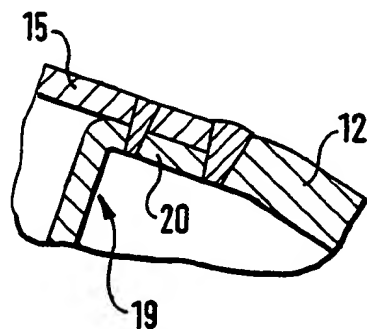


FIG. 6

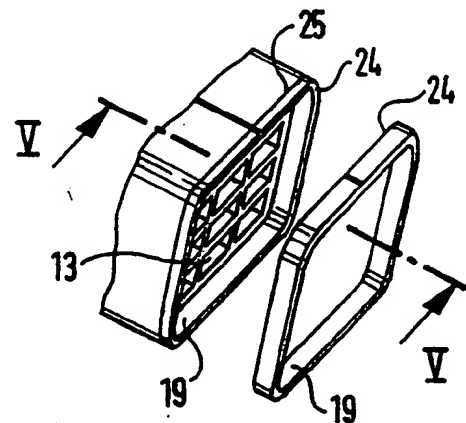


FIG. 4

FIG. 7

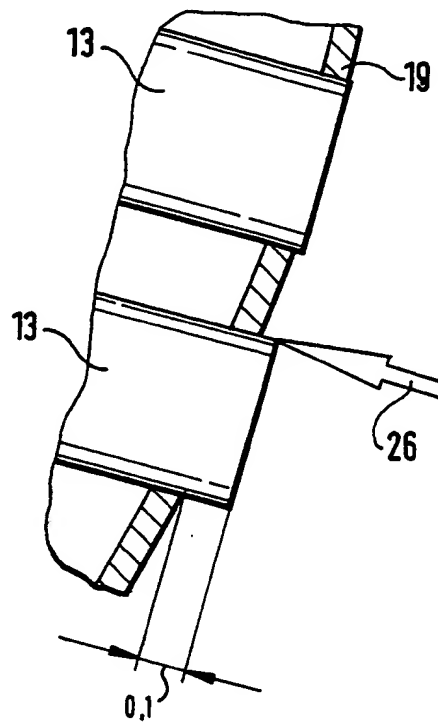


FIG. 8

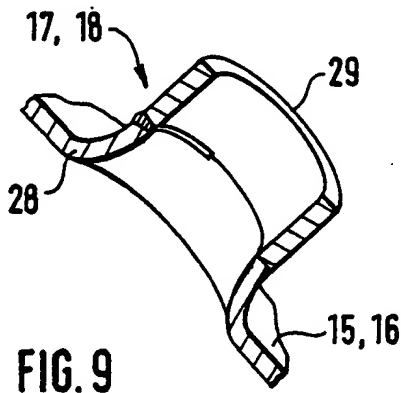
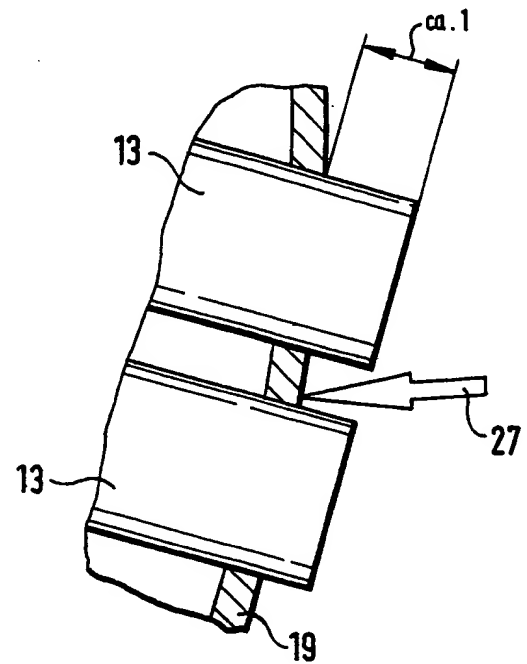


FIG. 9

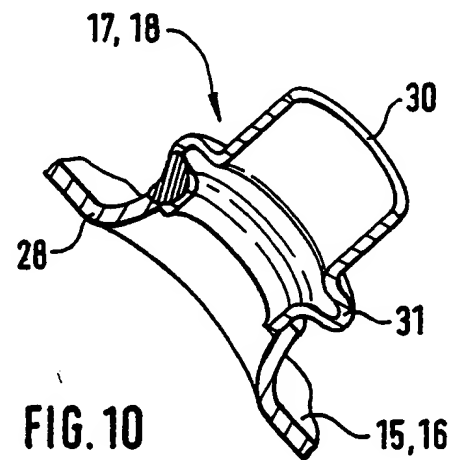


FIG. 10

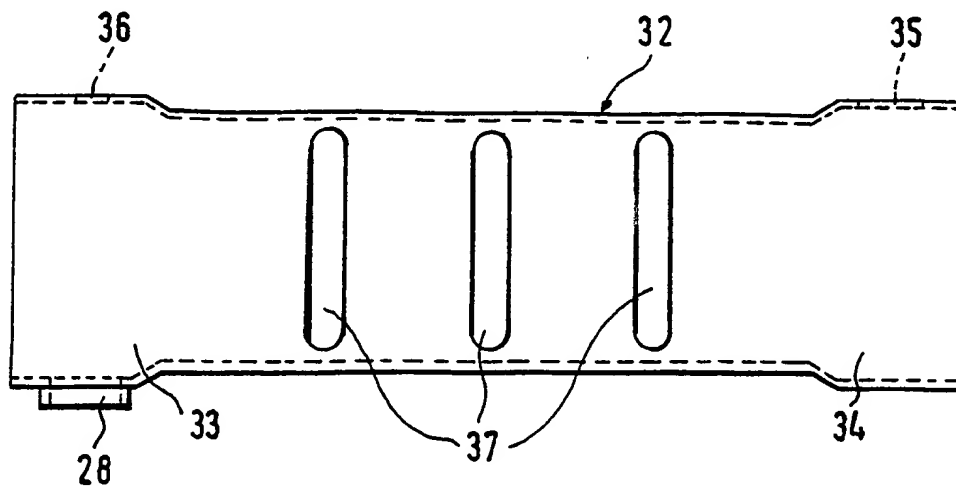


FIG. 11

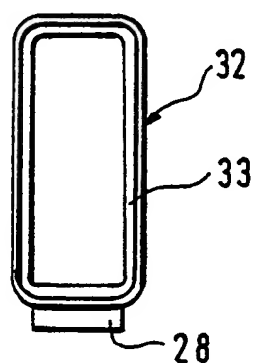


FIG. 12